

## INTRODUCCIÓN

•El cultivo de arroz es la actividad agrícola que demanda más superficie de terreno con respecto al total de actividades agrícolas de la República de Panamá (44.22%); específicamente la región de Chiriquí concentra un 46,84 % de la producción anual, siendo la más importante del país.

•Específicamente las explotaciones agropecuarias en la cuenca del río David, entre las cuales se encuentra el arroz, emplean unos 872.73 km<sup>2</sup> de terreno para estas actividades. En el año 2000 se registró un consumo promedio de: 3 671 kilos y 13 628 litros de insecticidas; 3 583 kilos y 54 286 litros de herbicidas, 4 709 kilos y 18 244 litros de fungicidas. De forma similar 588,2 km<sup>2</sup>, son sometidos a la aplicación de fertilizantes.

•La situación actual y futura, implican una creciente presión sobre el río David, que sirve de fuente de abastecimiento de agua potable para una población de aproximadamente 124 280 habitantes el 81,1 % del total de la población de la cuenca (Estadística y Censo, 2000).

•El objetivo principal de este proyecto es investigar dos aspectos ambientales que intervienen en la cuenca del río David (contaminación puntual y no puntual). A partir de estos hallazgos, es posible aplicar medidas de gestión ambiental, para mejorar y conservar la calidad del agua para sus distintos usos.

## METODOLOGÍA

♣ Diagnóstico de la condición ambiental de la cuenca, en base a los factores de contaminación puntual (c.p.) y no puntual (c.n.p.), y factores socioeconómicos de la cuenca (Maidment, 1993).

♣ Determinación de la calidad ambiental del río David, como unidad continua de la cuenca, base para la creación de un mapa de calidad de agua del río David y propuesta de uso de suelo para la hoya (Parra *et al.* 2004).

♣ Elaboración de un modelo para la gestión y planificación ambiental de la cuenca, que considere la variabilidad espacial y temporal (Legates and McCabe, 1999).

## AVANCES DE LA INVESTIGACIÓN

❖ En la Figura 2 (a) se aprecian las plantaciones de arroz de la parte baja de la cuenca del río David, y en la Figura 2 (b) el color chocolate del agua presumiblemente producto del transporte de sedimento.



**Figura 1.** a) Plantaciones de arroz en la cuenca del río David b) Transporte de sedimento en la columna de agua.

❖ En las visitas a terreno y por información del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, se pudo conocer que entre los plaguicidas más utilizados en la siembra de arroz, se encuentra el 2,4 D-(2,4-Diclorofenoxiacético) y el 2-Methyl-4-ácido clorofenoxiacético (MCPA).

**Tabla 1.** Características físico-químicas relevantes de plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz.

Plaguicida	PM (g/mol)	log k <sub>ow</sub>	Solubilidad en agua (mg/l)	Punto de ebullición (°C)	pKa	Presión de vapor mmHg	Fuente
2,4-D	221,04	2,81	677	160	2,73	8,25·10 <sup>-8</sup>	(NLM, 2005)
2-Methyl-4-ácido clorofenoxiacético (MCPA)	200,60	3,25	630	200 °F	3,13	5,90·10 <sup>-6</sup>	(NLM, 2005)

National Library of Medicine (NLM, 2005). <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search>

❖ La WHO (1984) ha determinado que el 2,4-D tiene vida corta en suelo (<1 día) en su forma aniónica; sin embargo, cuando se encuentra en medios neutros puede aumentar su persistencia; por lo tanto es necesario conocer las propiedades físico-químicas del suelo donde es aplicado, de modo de así determinar el período de permanencia en el mismo.

**Tabla 2.** Vida media en suelo y agua de plaguicidas utilizados en el cultivo de arroz.

Plaguicida	Vida media en suelo	Vida media en agua	Efectos tóxicos	Fuente
2,4-D (C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		10 a >50 d	Grupo 2-B posible carcinogénico	WHO (1987) <sup>1</sup> WHO (1984) <sup>2</sup>
2-Methyl-4-ácido clorofenoxiacético (C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ClO <sub>3</sub> )	<7 a 41 d	19-20 d por fotólisis. Hasta 96 semanas	Mutagénico y genotóxico	WHO (1996) <sup>3</sup> , (2003) <sup>4</sup>

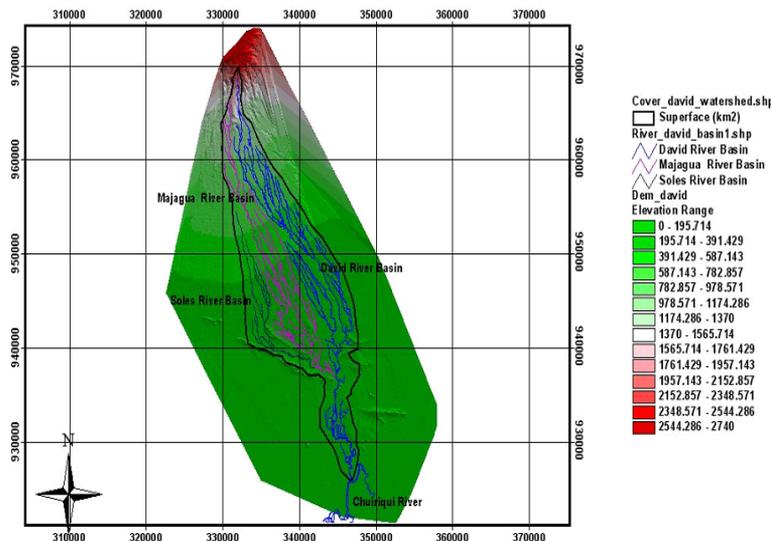
<sup>1</sup>Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT (1987).

<sup>2</sup>World Health Organization-Organización Mundial de la Salud (WHO) Environmental Health Criteria 29: 2,4 Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) (1984)

<sup>3</sup>World Health Organization (1996). Guidelines for drinking-water quality, 2<sup>nd</sup>. Geneva

<sup>4</sup>World Health Organization (2003). MCPA in Drinking-water. Geneva.

❖ En cuanto al MCPA su log<sub>ow</sub> es mayor que el 2,4-D (Tabla 1) lo cual indica que su persistencia en suelo y sedimento es mayor como lo corroboran los informes de la WHO (1996) y (2003), por lo tanto los efectos sobre el ambiente y la salud humana en comparación con el 2,4-D son más perseverantes y tóxicos, como lo indica la Tabla 2, su vida media en suelo puede ser menor a 7 días y llegar hasta 41 días y en el agua puede llegar hasta 96 semanas, lo que puede traer efectos mutagénicos sobre la biota y a los humanos e incluso efectos genotóxicos. Es de esta manera que la WHO (1996) y WHO (2003), han determinado un límite máximo permisible en las guías para consumo humano de 0,1 mg/l para el 2,4-D y 0,002 mg/l para el MCPA.



**Figura 2.** Delimitación de la cuenca del río David utilizando modelo de elevación digital (DEM).

## REFERENCIAS

- Batista, R. (2003). Estudios Básicos para el diagnóstico de la subcuenca hidrográfica del río David. Tesis-Universidad Nacional de Panamá. Panamá.
- Di Luzio, M., Srinivasan R., Arnold, J.G., Neitsch, S.L. (2002). ArcView Interface SWAT2000.
- Legates, D.R. and McCabe, G.J. (1999). Evaluating the use of "goodness-of-fit" measures in hydrologic and hydroclimatic model validation. Water Resources Research, Vol. 35, (1): 233-241.
- Maidment, D. (1993). Handbook of hydrology. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, U.S.A
- Parra, O., Valdovinos, C., Figueroa, R., Acuña, A. (2004). Programa de Monitoreo de Calidad de agua del río Biobío. Campaña No 30. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile. Concepción, Chile.